WWW.SCIAM-MAGAZINE.NAROD.RU

Еще раз об аналоговых устройствах

А. К. ДЬЮДНИ

Ровно год назад в рубрике «Занимательный компьютер» была опубликована статья, посвященная аналоговым устройствам. Статья вызвала большой интерес у читателей, многие из которых прислали в редакцию аналоговые устройства собственного изобретения. Я до сих пор не могу избавиться от кучи деревянных досок, резинок, шнурков, шариков, аквариумов, свинцовых гирь, канистр, трубок, пробок и т.д. Пытаясь разобраться во всем этом хозяйстве, я отобрал лучшие устройства, с которыми хочу познакомить читателей.

Аналоговые устройства — это механические приспособления, решающие определенные задачи благодаря тому, что конструктивные элементы или принцип действия этих приспособлений могут служить аналогами исходных данных решаемых задач. В статье, опубликованной в прошлом году, было, например, приведено описание макаронного аналогового устройства МАУ, в котором макаронные палочки выступали в роли аналогов чисел, подлежащих сортировке в порядке убывания. Для решения этой задачи нужно собрать макаронные палочки в пучок и резко опустить их торцами на поверхность стола. Если теперь выбрать самую длинную палочку, потом самую длинную из оставшихся и т.д., то мы получим искомую убывающую последовательность чисел. Кроме макаронного устройства в той же статье говорилось об устройствах, позволяющих отыскивать кратчайшие пути на графе, строить выпуклые оболочки и минимальные деревья. Было даже описано устройство для разложения чисел на множители, состоящее из двух параллельных зеркал, между которыми, многократно отражаясь, проходил лазерный луч.

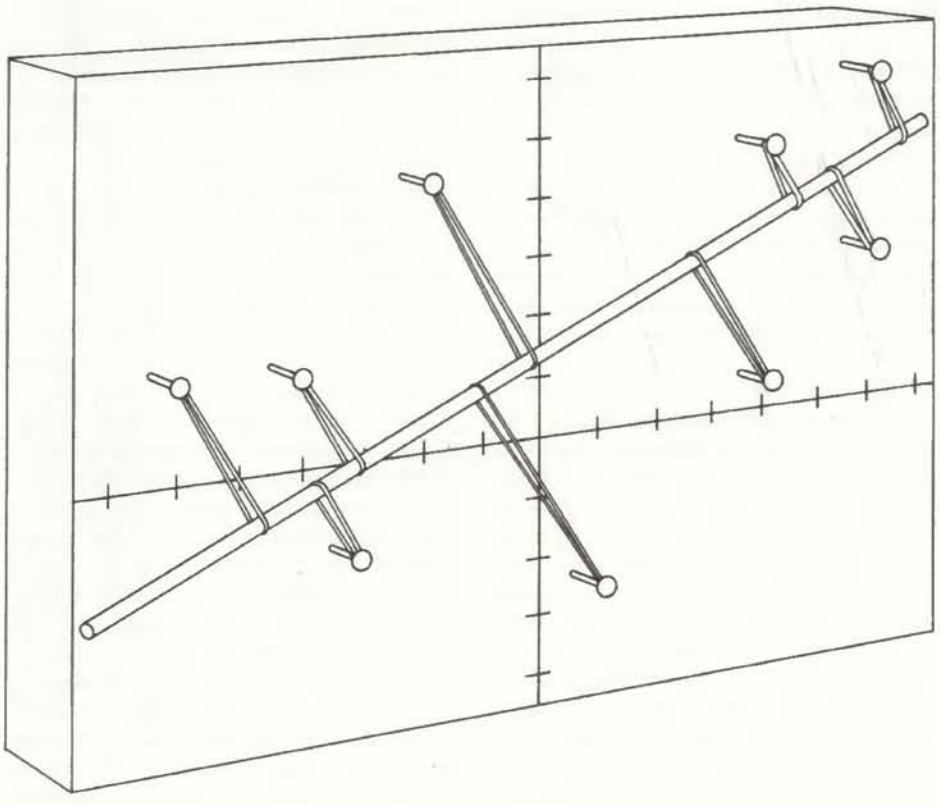
В нашей новой коллекции представлены остроумные устройства для решения задач статистики, теории графов, а также алгебры и арифметики. Сначала познакомимся с этими устройствами, а затем рассмотрим некоторые важные вопросы, возникающие по поводу аналоговых вычислений: насколько точны аналоговые компьютеры, сколько времени на самом деле требуют аналоговые вычисления и существуют ли аналоговые компьютеры, превосходящие по своим показателям цифровые ЭВМ?

Одно из новых устройств решает задачу математической статистики. Оно состоит из деревянной доски, резиновых колечек, гвоздей и гладкого негнущегося металлического стержня. Это устройство, предложенное Марком Хоули из г. Монт-Вернон (шт. Индиана), помогает определить, какой прямой лучше всего можно аппроксимировать множество экспериментальных точек, нанесенных на график.

Точки наносятся на поверхность деревянной доски и в каждую точку неглубоко забивается гвоздь. Затем на стержень нанизываются резиновые колечки, все одинакового размера, причем число колечек должно быть равно числу точек на доске. Стержень прикладывается к доске приблизительно так, как должна проходить искомая прямая. Каждое резиновое колечко натягивается на один из гвоздей. Затем стержень отпускается, и после некоторых колебаний его положение стабилизируется (см. рисунок внизу).

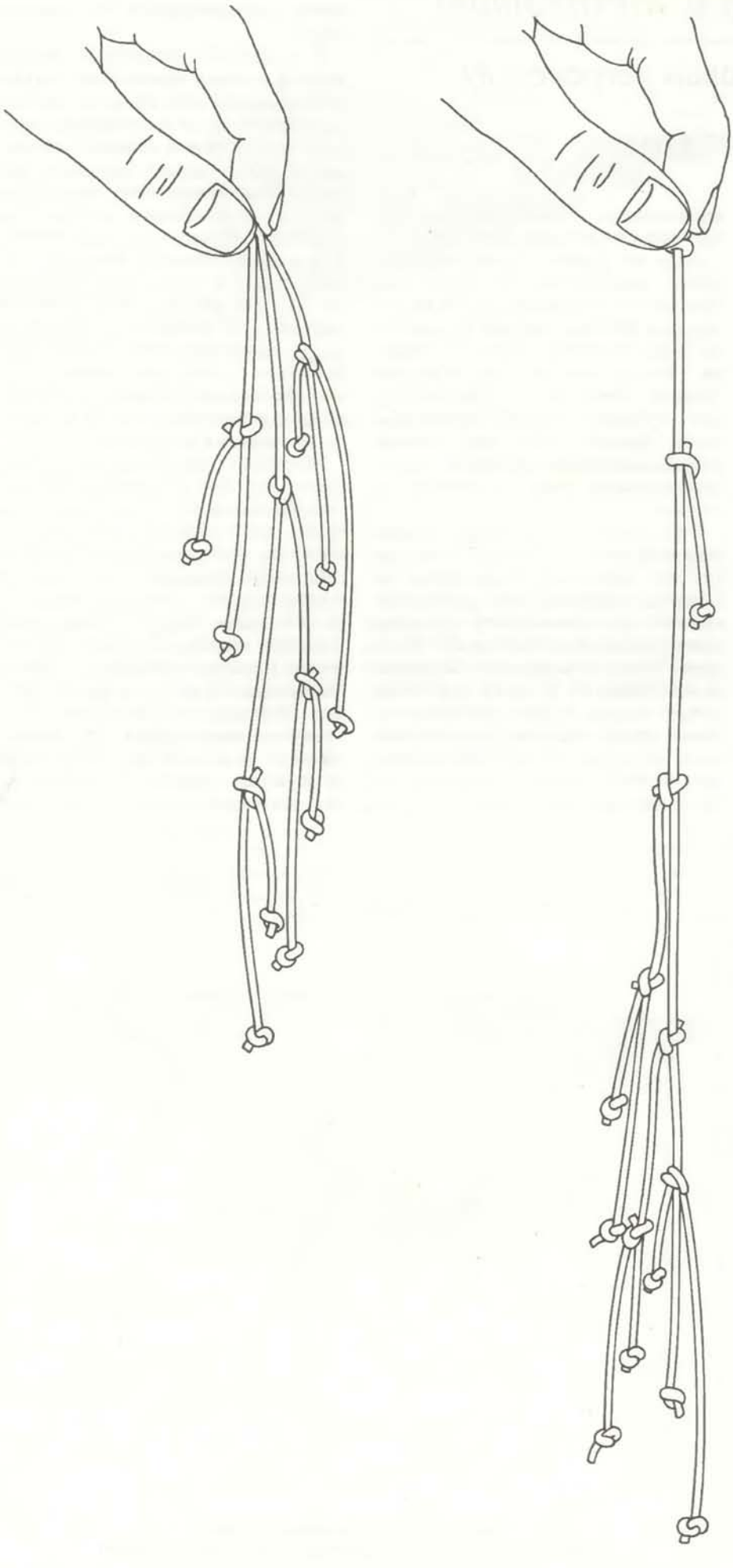
В положении равновесия полная энергия системы минимальна, поэтому суммарное расстояние от гвоздей до стержня также оказывается минимальным. Другими словами, положение, которое займет стержень, укажет направление прямой, наилучшим образом описывающей линейную зависимость исследуемых параметров. В формулах линейной регрессии, используемых в статистике, фигурируют не сами расстояния от точек до прямой, а их квадраты. Устройство Хоули вычисляет нечто в этом роде. Во всяком случае, выполняемые этим устройством вычисления не уступают по сложности вычислениям по методу наименьших квадратов.

Заманчивое шнурковое устройство предложил Джо Венмакер из Ниймегена (Голландия). Предположим, нам нужно найти самый длинный путь, по которому может пройти сообщение в сети связи, имеющей вид дерева. В комбинаторике такой путь называется диаметром дерева. Чтобы найти диаметр дерева, Венмакер строит аналог дерева из связанных шнурков. Длина каждого шнурка в фиксированном масштабе соответствует длине моделируемого участка сети. Вычисления проводятся в два простых шага. Возьмем «дерево» из шнурков за любой узел и поднимем руку так, что-



Устройство для отыскания прямой, которая лучше всего аппроксимирует поле точек на графике

WWW.SCIAM-MAGAZINE.NAROD.RU



Определение самого длинного пути на древовидном графе с помощью шнурков

бы оно свободно свисало вниз. Заметим, какой узел расположен ниже всех. Теперь поднимем связанные шнурки за этот узел. Оказывается, что самый длинный путь на дереве проходит от узла, за который мы держим дерево, до узла, расположенного ниже всех остальных (см. рисунок слева).

Когда я впервые столкнулся с устройством Венмакера, моей первой реакцией было недоверие: «Не может быть, чтобы это было все так просто. Нужно проверить еще несколько раз и поднять систему шнурков за другие узлы». Однако во всех случаях справедливость идеи Венмакера подтверждалась. Объявляю конкурс — кому из читателей удастся найти самое изящное доказательство, почему это так?

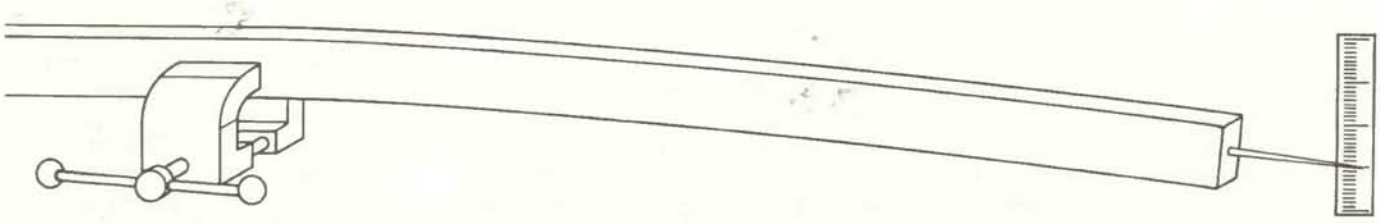
В предыдущей статье об аналоговых устройствах говорилось, что задача отыскания максимального пути на произвольном графе относится к классу задач, называемых теоретиками *NP*-полными. С практической точки зрения это означает, что такая задача не может быть решена за приемлемое время на цифровой ЭВМ. Может быть, нам удалось, наконец, продемонстрировать превосходство аналогового устройства над цифровым компьютером? Не совсем так. На самом деле, если граф представляет собой дерево, то существует алгоритм для цифровой машины, позволяющий быстро находить максимальный путь.

Теперь рассмотрим незамысловатое на первый взгляд устройство, предложенное М. Лазо из Швейцарского государственного технологического института в Цюрихе. Оно представляет собой зажатый в тиски длинный алюминиевый стержень, на конце которого имеется игла (см. рисунок на с. 93). Острие иглы покоится на шкале с мелкими делениями.

В тисках стержень зажат строго горизонтально, а длина его свободного конца равна трем метрам. Под действием силы тяжести свободный конец, на котором расположена игла, слегка прогибается вниз. Игла указывает на деление 81. Это четвертая степень тройки.

Согласно теории упругости, прогиб балки под действием собственного веса пропорционален четвертой степени ее длины. Не трудно догадаться, что с помощью этого устройства можно также вычислять корень четвертой степени, если переместить стержень в тисках так, чтобы игла на его конце указывала на число, из которого извлекается корень. Если воспользоваться другой шкалой, то аналогично можно возводить числа в куб или вычислять корень третьей степени. Когда стержень зафиксирован, игла дол-

WWW.SCIAM-MAGAZINE.NAROD.RU



Устройство, вычисляющее четвертую степень числа по прогибу стержня

жна указывать на нулевое деление. Затем к свободному концу стержня подвешивается груз, пропорциональный данному числу. Как следует из теории упругости, прогиб стержня в этом случае будет пропорционален третьей степени веса подвешенного груза.

Достойно внимания и аналоговое устройство, присланное Дж. Люетом, служащим металлургической компании United States Metals Refining Company в Картерете (шт. Нью-Джерси). Оно представляет собой широкую деревянную доску, на которую наклеена географическая карта. В доске просверлены три отверстия, через которые пропущены три шнурка. Снизу, под доской, к каждому шнурку привязана гирька. Сверху шнурки привязаны к небольшому медному колечку (см. рисунок на с. 94).

Задача, решаемая устройством, заключается в том, чтобы найти оптимальное место для строительства металлургического завода, так чтобы стоимость доставки основных видов сырья была минимальной. Если доставка руды, угля и извести обходится соответственно в A, B и C долл./(т · км) и если расстояния от завода до месторождений сырья соответственно составляют a, b и c км, то полная стоимость доставки сырья (по одной тонне каждого вида) равна $aA + bB + cC$ долл. Три отверстия в доске просверлены в тех местах на карте, где находятся месторождения и откуда сырье будет доставляться на завод. Привязанные к шнуркам снизу гирьки по массе пропорциональны числам A, B и C. Положение, которое под тяжестью гирек займет на карте отпущенное колечко, будет точно соответствовать оптимальному месту для строительства металлургического завода.

Среди образцов нашей коллекции множество стеклянных и медных устройств, и в помещении, где они находятся, чувствуется запах мыльной пены. Некоторые из этих «водяных» компьютеров созданы Д. Хоффманом из Общественного колледжа в Бельвю (шт. Вашингтон). Мыльная пленка между стеклом и ступенчатой поверхностью является аналогом светового луча, проходящего из одной прозрачной среды в другую: пленка остается прямой на обоих уровнях, однако на ступеньке, где она опускается, пленка имеет резкий изгиб (см. рисунок на с. 95). Если высоту ступеньки изменить, угол изгиба пленки станет другим, как если бы моделируемые прозрачные среды изменили свои показатели преломления.

Это же устройство, несколько усложненное, позволяет также решать задачу о трубопроводе. Предположим, что нужно проложить трубопровод от одного населенного пункта до другого. Местность между этими пунктами поделена на отдельные районы, стоимость прокладки трубопровода в которых неодинакова. Один район, скажем, болотистый, другой холмистый, а третий покрыт лесом. Чтобы смоделировать условия задачи, Хоффман предлагает представить каждый район плоской поверхностью, границы которой соответствуют границам района. Высота такой плоской поверхности должна быть пропорциональной стоимости прокладки трубопровода в данном районе. Затем на плоскостях, соответствующих двум населенным пунктам, между которыми прокладывается трубопровод, нужно установить стерженьки, положить сверху стекло и опустить все устройство в мыльный раствор. В результате внутри образуется мыльная пленка с двумя изгибами. Она укажет курс, по которому должен прокладываться трубопровод минимальной стоимости. Описание ряда других устройств Хоффмана приведено в его статье, указанной в библиографии на с. 104.

Перейдем к рассмотрению другого аналогового устройства из стекла. Пять стеклянных цилиндров с мерной шкалой соединены у основания трубками. В исходном состоянии трубки закрыты, так что вода не может переходить из одного цилиндра в другой. Затем цилиндры заполняются водой до уровней, соответствующих пяти различным числам. Когда трубки открываются, цилиндры становятся сообщающимися сосудами и вода устанавливается в них на одном уровне, который соответствует среднему арифметическому значению исходных пяти чисел. Автор устройства — С. Марко из Сан-Ремо (Италия).

Последнее устройство, которое мы рассмотрим детально, предложено П. Эшем из Университета Сан-Джозефа в Филадельфии (шт. Пенсильвания). Оно решает кубические уравнения и может быть модифицировано для решения уравнений значительно более высоких степеней. Кубическое уравнение имеет вид $ax^3 + bx^2 + cx + d = 0$. Решить это уравнение — значит найти такое значение переменной x, которое удовлетворяет этому равенству.

Рассматриваемое устройство (см. рисунок на с. 95) решает конкретное кубическое уравнение. Оно состоит из большого аквариума, весов в виде коромысла с двумя чашами и набора твердых тел вращения различной геометрической формы, являющихся аналогами членов уравнения. Члену x^3 соответствует параболоид. Если параболоид погрузить в воду вершиной вниз, он вытеснит x^3 кубических сантиметров воды при глубине погружения, равной x. Член x^2 представлен конусом, вытесняющим x^2 кубических сантиметров воды. Аналогом члена x является цилиндр, а d — шар. Шар всегда остается погруженным полностью.

Все четыре тела подвешены к коромыслу весов, на его краях расположены чаши для гирек. Ось весов совпадает с центром коромысла. Вся система установлена над аквариумом с водой. Параболоид расположен слева от оси весов на расстоянии a см, если значение a отрицательно, или справа, если оно положительно. То же правило действует и в отношении трех других тел.

Чтобы решить кубическое уравнение, нужно, поддерживая весы в равновесии, наполнять аквариум водой до тех пор, пока поверхность воды не коснется трех подвешенных к коромыслу тел. Напомним, что четвертое тело, шар, уже в исходном состоянии полностью погружен в воду. Если теперь отпустить весы, какое-то плечо коромысла перевесит. Чтобы весы снова привести в равновесие, на противоположную чашу следует положить дополнительные гирьки. После этого наблюдаемый уровень воды в аквариуме отмечается как нулевой.

Пока были рассмотрены только подготовительные этапы в работе устройства. Теперь мы подошли к аналоговому процессу, дающему ре-

WWW.SCIAM-MAGAZINE.NAROD.RU

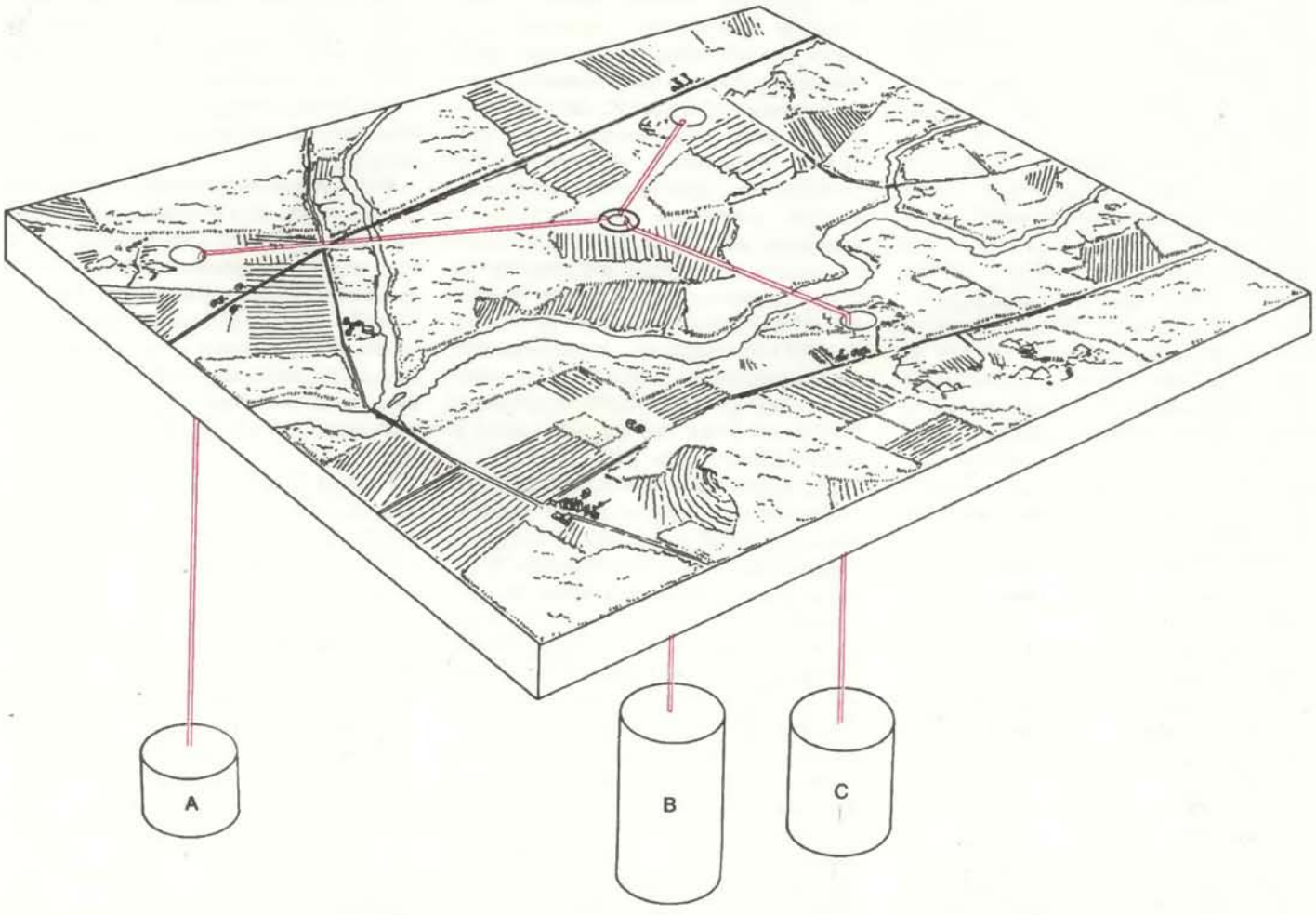
шение задачи. По мере того как аквариум постепенно наполняется водой от нулевого уровня и выше, весы выходят из равновесия, но через некоторое время равновесие восстанавливается. В этот момент добавление воды следует немедленно прекратить и отметить достигнутый ею уровень. Расстояние между этим новым и нулевым уровнем дает нам значение x, удовлетворяющее уравнению. Разумеется, уравнение может и не иметь решения. В этом случае, даже если заполнить аквариум доверху, весы так и не придут в равновесие.

Как же работает это замечательное устройство? Согласно закону Архимеда, погруженное в воду тело теряет часть своего веса, пропорциональную погруженному объему. Степень отклонения коромысла весов от положения равновесия в данном случае зависит не только от глубины погружения тел, но и от расстояния, на котором они находятся от оси весов, и определяется суммарными действиями на коромысло моментов, т.е. алгебраической суммой произведений выталкивающих сил на плечи. Таким образом, равновесие вновь достигается только тогда, когда при определенном значении x сумма в левой части уравнения равна нулю, что фактически достигается при новом уровне воды в аквариуме.

Чтобы привести полные описания всех устройств, о которых нам сообщили читатели, потребовалось бы увеличить размер этой статьи по меньшей мере вдвое. Поэтому я ограничусь лишь кратким упоминанием еще о нескольких.

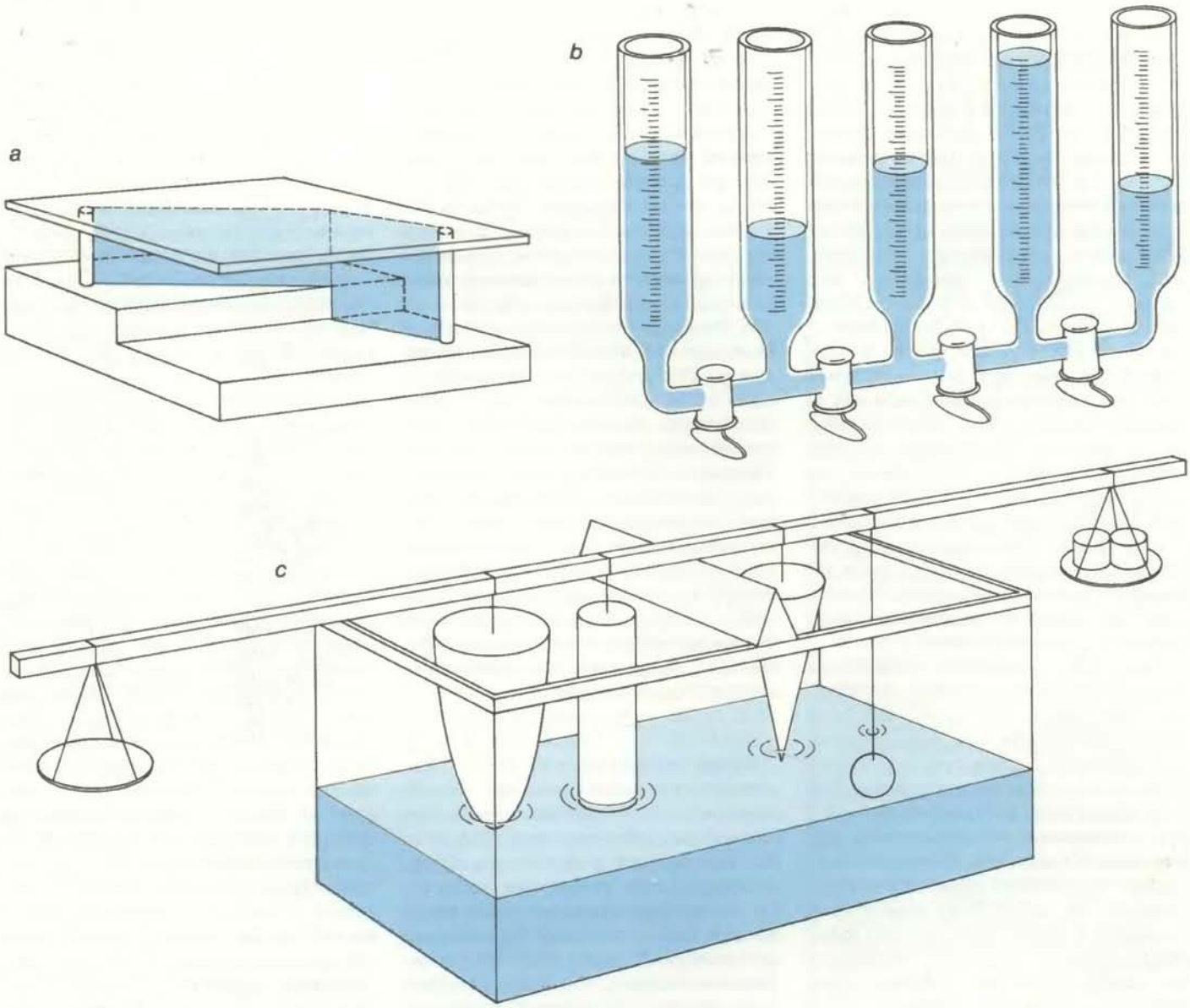
Одно из «устройств» — это довольно непрактичная альтернатива макаронному компьютеру. Оно предложено М.Гарднером из Финдлея (шт. Огайо) и называется СБД, сокращенно от «сортировщик на бензиновых двигателях». СБД требует по одному легковому автомобилю, скажем «фольксвагену», на каждое число из сортируемого набора чисел. В бензобак каждого «фольксвагена» заливается количество бензина, соответствующее представляемому данным автомобилем числу. Водители (все одинакового веса) садятся в машины, и колонна трогается в путь. Один дополнительный «фольксваген» (с полным баком) движется следом, и его водитель фиксирует порядок, в котором другие машины, исчерпав свой запас горючего, останавливаются. Таким образом числа исходного набора оказываются отсортированными.

В свою очередь шнурковое устройство для отыскания кратчайшего пути на графе, о котором говорилось в прошлогодней статье, можно смоделировать при помощи простой электронной схемы, предложенной С.Фортескью из Канога-Парка (шт. Калифорния). Каждое ребро графа заменяется схемой из двух параллельных ветвей. Каждая ветвь состоит из диода Зенера и последовательно соединенного с ним светодиода. Обычно диоды проводят ток только в одном направлении, и может показаться странным, что диод Зенера и светодиод на каждой ветви ориентированы в противоположных направлениях. Обе ветви сами тоже имеют противоположную ориентацию. Однако диод Зенера может проводить и в обратном направлении, если приложенное к нему напряжение достаточно велико. Фортескью предлагает использовать диоды с пороговыми напряжениями, пропорциональными длинам ребер графа, аналогами которых они являются. Чтобы найти кратчайший путь между двумя узлами графа, к соответствующим точкам схемы нужно приложить напряжение. Сначала никакого эффекта не наблюдается, но по



Аналоговое устройство для определения оптимального места строительства металлургического завода

WWW.SCIAM-MAGAZINE.NAROD.RU



Приборы для определения трассы трубопровода минимальной стоимости (a), нахождения среднего арифметического нескольких чисел (в) и решения кубического уравнения (с)

мере увеличения напряжения первыми загорятся светодиоды, образующие кратчайший путь между узлами.

Никто не придумал лучшего устройства для определения выпуклой оболочки множества точек на плоскости, чем то, которое основано на круглой резинке и было описано в прошлогодней статье, посвященной аналоговым устройствам. Тем не менее Э. Ланцони из Модена (Италия) изобрел «прибор», позволяющий находить окружность с наименьшим радиусом, заключающую в себе все точки множества. Ланцони просверливает отверстия в доске, которые соответствуют точкам множества. Затем он отрезает несколько шнурков одинаковой длины, одни их концы связывает вместе, а другие, свободные, пропускает по одному через просверленные в доске отверстия. Свисающие концы шнурков прикрепляются в соответствующих точках к большому плоскому куску фанеры. Когда фанера находится в подвешенном состоянии, положение узла на доске фиксируется точно в центре искомой окружности. По крайней мере три шнурка оказываются натянутыми, они образуют радиусы окружности.

ПЕРЕЙДЕМ теперь к рассмотрению некоторых вопросов, невольно возникающих после ознакомления с рядом аналоговых устройств. Дело в том, что и сами аналоговые устройства, и общий подход к вычислениям с их помощью вызывают у читателей некоторое беспокойство. В ответ на статью, опубликованную в прошлом году, ряд читателей написали критические заметки, касающиеся моих оценок быстродействия аналоговых вычисляющих устройств. Другие читатели обратили внимание на точность решения, обеспечиваемую этими устройствами, а некоторые даже потребовали, чтобы я дал точное определение аналогового компьютера. Эти вопросы подвели нас к самой сущности взаимоотношений между материей и информацией.

В первой статье на эту тему я проанализировал две фазы — предшествующую фазе собственно аналогового вычисления и следующую за ней. Рассматривая макаронное аналоговое устройство, мы выделили фазу, предшествующую вычислению, в ходе которой нужно было нарезать макаронные палочки так, чтобы их длина соответствовала сортируемым числам. После же фазы вычисления нужно было измерить каждую палочку в порядке убывания их длины и записать ре-

WWW.SCIAM-MAGAZINE.NAROD.RU

зультат. Почти во всех случаях эти вспомогательные фазы занимали наибольшее количество времени. Само по себе вычисление сводилось к одному или нескольким движениям: удару, повороту, натяжению шнурка, после которых наступало состояние равновесия, являющееся решением задачи. Однако в некотором смысле фазы обработки информации не совместимы с природой аналогового вычисления. Привыкнув оперировать числами, мы, естественно, полагаем, что «вход» и «выход» для вычисления также должны быть представлены в числовой форме. Но если под аналоговым компьютером мы подразумеваем физический процесс или абстрактную модель физического процесса, то входные и выходные данные также должны быть физическими по своей природе. В этом смысле цифровые машины имеют свои недостатки. Что если мне придется оценивать эффективность цифрового метода в зависимости от того, насколько быстро удастся перевести физические переменные в числовые величины?

Было бы, наверное, правильнее рассматривать аналоговые вычисления, не касаясь пока того, как осуществляются переходы между мирами цифровых и аналоговых величин. Однако что́ тогда представляет собой мир аналоговых величин? Возможно, его следовало бы идеализировать, как это сделал, например, один инопланетянин, посетивший нашу планету несколько лет назад. Этот эпизод был упомянут в книге моего предшественника, автора статей, публиковавшихся раньше в рубрике «Математические игры». Инопланетянин (назовем его Марсианом Гарднером), едва приземлившись, немедленно приступил к переработке всех книг, изданных за всю историю цивилизации на Земле, с тем чтобы превратить всю содержащуюся в них информацию в одно колоссальное число. Обработка осуществлялась по очень простому принципу: если рассматривать книгу как очень длинную цепочку слов, то ее нетрудно представить в виде столь же длинной последовательности цифр. Завершив обработку, инопланетянин поместил перед полученным числом нуль и запятую, превратив его в десятичную дробь, и сделал маленькую отметку на металлическом стержне, который хранился на борту космического корабля. Эта отметка делила стержень на части в отношении, точно соответствующем колоссальному десятичному числу. Вот так литературные достижения человечества были сведены к маленькой отметке на металлической палочке.

Будем считать, что мир аналоговых величин состоит из идеального вещества, подчиняющегося идеальным законам в идеальном пространстве. Мир этот наполнен дифференциальными уравнениями, некоторые из которых описывают совершенно необычные вещи, например непрерывно действующую машину Тьюринга. Такая машина способна производить все действия, выполняемые дискретной машиной, и, может быть, намного больше. Попытка создания подобной машины из обычных электронных компонентов, вероятно, приведет к существенной потере в точности и быстродействии.

А. Вирджис из Университета штата Миннесота, К. Стейглитц и Б. Дикинсон из Принстонского университета (см. библиографию на с. 104) создали устройство, которое выглядит более реалистично, чем аналоговая машина Тьюринга. Состоящее только из валиков, шестеренок и кулачков, оно решает логическую задачу, формируемую в виде логического выражения из сомножителей, каждый из которых является суммой трех литералов. Литерал — это логическая переменная (такая, как x) или ее отрицание (такое, как x). Суммы трех литералов перемножаются, например так:

$$(x + y + z) \cdot (z + y + z)$$

Задача заключается в том, чтобы установить, существует ли способ присвоить логические значения (истина или ложь) переменным x, y и z, чтобы значение всего выражения было истиной. Если выражение состоит только из двух сомножителей, как в данном случае, то ответ будет положительным. В самом деле, пусть значение x — истина, y — ложь и z — истина. Видно, что каждый сомножитель содержит по крайней мере один истинный литерал и поэтому значение всего выражения — истина. Хотя в рассмотренном примере задача выглядит простой, ее решение вызывает серьезные затруднения в более общих случаях (т.е. в задачах более высокой размерности). Более того, эта задача обладает свойством, которое вызывает благоговейный страх у специалистов по теории вычислений. Она относится к классу *NP*-полных задач: ни один известный алгоритм не дает ее решения за время, меньшее «экспоненциального». Другими словами, если число сомножителей равно n, то для решения задачи потребуется 2^n шагов вычисления.

И все же трем теоретикам удалось найти такую конструкцию из шестеренок, валиков и кулачков, которую можно настроить на решение любого частного случая рассмотренной выше логической задачи. Она имеет положительное решение тогда и только тогда, когда оказывается возможным повернуть определенный валик устройства.

В то же время ввиду того, что задача относится к классу *NP*-полных, она обладает одним примечательным свойством. Если ее удастся решить быстро, то это означает, что любая другая *NP*-полная задача также имеет быстрое решение. Однако в настоящее время большинство теоретиков считают, что алгоритма быстрого решения таких задач для цифрового компьютера не существует. Может быть, авторы открыли аналоговое устройство, превосходящее любую цифровую машину? Сейчас они тщательно исследуют конструкцию своего устройства в поисках возможной ошибки.

Если абстрактная модель машины действительно работает так, как было задумано авторами, остается открытым вопрос о том, будет ли правильно функционировать реальное устройство, построенное по этой абстрактной схеме. Какой-нибудь фундаментальный фактор, присущий материальному миру, может оказаться непреодолимым препятствием для реализации устройства. Возможно, существует некий природный закон, согласно которому любая физическая система может быть с одинаковым успехом описана и так же быстро смоделирована в цифровой форме, как и в любой другой. Действительно, мы уже привыкли к представлению о том, что все свойства Вселенной по сути своей «цифровые». Все это означает, что аналоговый компьютер, который, казалось бы, превосходит своих цифровых собратьев, должен обладать какими-то существенными недостатками, например в точности или скорости вычислений. Единственное возможное преимущество у таких устройств — это их способность одновременно выполнять множество операций. Вспомним, например, устройство, действующее по принципу сообщающихся сосудов, в которых вода сразу устанавливается на одинаковом уровне.

ЧИТАТЕЛИ живо откликнулись на наше предложение создать ассоциацию любителей игры «Бой в памяти». Директором будет Марк Кларксон. В одной из последующих статей я познакомлю читателей с работой этой ассоциации.

Создать программу ДОКТОР ДОС, хранящуюся на диске и защищающую персональный компьютер от «инфекционных заболеваний», по-видимому, не так просто, как мне казалось. Н. Рэмси из Итаки (шт. Нью-Йорк) пришел к заключению, что ДОКТОР ДОС может диагностировать заболевание, но не может вылечить. Рэмси придумал программу, которая создает «вторичную зараженную вирусом операционную систему,

WWW.SCIAM-MAGAZINE.NAROD.RU

копирующую себя на диски точно так же, как и больная операционная система, но не приводит к возникновению болезни». Доброкачественный вирус предотвращает инфекцию, превентивно занимая память. Рэмси говорит также, что у его программы есть некоторые средства сигнализации. Во время загрузки операционной системы она даже выводит на экран заставку «Не беспокойтесь, с вами ДОКТОР ДОС», чтобы пользователь был уверен в своей операционной системе. К сожалению, Рэмси изобрел затем другой вирус, достаточно ловкий, чтобы обойти своего доброкачественного собрата.

Идея доктора-вируса пришла также в голову Дж. Деллинжеру, биофизику из Станфордского университета. Как ни странно, его намерение заключалось в том, чтобы создать не доктора, а просто некий безвредный вирус, который мог бы незамеченным перекочевывать с диска на диск. Деллинжер был вдохновлен аналогией между программами и живыми существами. У тех и у других могут быть паразиты. В частности, дисковая операционная система может стать переносчиком вируса, успешное размножение которого в немалой степени зависит от его способности оставаться незамеченным. Одна из особенностей вируса Деллинжера заключается в том, что он поселяется только на вспомогательном диске емкостью 48 К байт. Основной диск, таким образом, всегда содержит чистый ДОС. Этот неуловимый вирус, занимающий очень мало места на зараженном диске, проверяет ДОС всякий раз, когда он копируется на новый диск. Вирус «заинтересован» в том, чтобы содержащий его организм оставался всегда здоровым. Поэтому он следит за правильностью копирования. Деллинжер сообщил, что поделился своей программой, доброкачественным вирусом, со своими друзьями. Двое из них, как он опасается, обращались с программой неосторожно, так что вирус теперь может распространиться по всей Калифорнии и даже за ее пределами. Как определить, содержится ли в вашем ДОСе вирус Деллинжера? Он говорит, что иногда можно услышать негромкое шипение, продолжающееся в течение полусекунды. Этот звук возникает, когда вирус создает свою копию.

Программные вирусы, наверное, все же не так заразны, как можно было подумать, прочтя статью в рубрике «Занимательный компьютер» в майском номере журнала за 1985 г. К. Кэшмарек отмечает, что вирус не может перекочевать на диск, содержащий операционную систему, отличную от той, в которой поселился вирус. Кэшмарек защищает свои диски от записи — мера предосторожности, которая определенно останавливает распространение вируса, если, конечно, программный механизм защиты от записи не был обойден вирусом. Кэшмарек также спрашивает, следует ли публично обсуждать вирусы и другие «заболевания» компьютеров. Со своей стороны, я нисколько не сомневаюсь, что поврежденное программное обеспечение — это дело нешуточное. Я думаю, что «компьютерные эпидемии», подобные тем, которые я описал, в недалеком будущем будут представлять собой определенную опасность. Но мне кажется, что быть предупрежденным — значит быть вооруженным. И я надеюсь, что публичные обсуждения будут способствовать поиску противоядий.

Тем временем были, наконец, выявлены истоки идеи игры «Бой в памяти». В июльском номере журнала за прошлый год я рассказал читателям историю программ «Сорняк» и «Косарь», а в майском номере за 1985 г. описал программу «Животное». Последняя представляла собой игровую программу, в некотором смысле сходную с «Боем в памяти». Эта программа создавала свои копии на дисках всех программистов, пользовавшихся одной системой, работающей в режиме разделения времени. Автором программы оказался Дж. Уокер из Сосалито (шт. Калифорния). Он признался в том, что создал наиболее успешную ее версию. На самом деле «Животное» — это лишь часть истории. Внутри этой игровой программы была еще одна программа — РАЗМНОЖИТЕЛЬ, выполнявшая функции, связанные с копированием игры. Написанная в январе 1975 г., эта подпрограмма при обращении к ней могла породить «независимый процесс проверки каталогов, доступных для основной программы, во время работы последней. Если каталог не содержал ссылки на программу или указывал на устаревшую ее версию, РАЗМНОЖИТЕЛЬ копировал выполняемую в данный момент версию программы в библиотеке и заносил сведения о ней в каталог. РАЗМНОЖИТЕЛЬ работал очень аккуратно и предпринимал специальные меры предосторожности, чтобы, например, не уничтожить какую-нибудь программу пользователя, носящую то же имя, но не имеющую никакого отношения к игре».

В заключение хочу сказать, что энтузиазм любителей игры «Аква-тор» («В мире науки» 1985 № 2) не угасает и некоторые инициаторы предлагают создать свою ассоциацию приверженцев этой игры и пользователей соответствующего программного обеспечения.

Издательство **МИР** *предлагает:*

Л. Эрман, П. Парсонс
ГЕНЕТИКА ПОВЕДЕНИЯ И ЭВОЛЮЦИЯ
Перевод с английского

Содержание: Краткое изложение основ генетики с примерами из области генетических исследований поведения. Одногенный контроль некоторых признаков поведения. Влияние хромосомных инверсий на эволюцию генома и признаков поведения. Вариации кариотипа у человека; синдром Дауна. Полигенный контроль поведения (геотаксис, феномен половой изоляции у дрозофилы, репродуктивное поведение гибридов попугаев-неразлучников, анализ поведения собак-гибридов). Методы оценки способа наследования, влияния условий внешней среды, взаимодействия генотипа и среды. Близнецовый анализ родословных у человека. Влияние условий среды на признаки поведения у человека. Дрозофила как удобный объект генетических исследований поведения и физиологических процессов; нейрогенетика дрозофилы. Генетика поведения у грызунов. Генетический анализ поведения бактерий, инфузорий, нематод, насекомых и других видов. Генетика поведения человека. Поведение и эволюция.

Книга предназначена для генетиков, этологов, психофизиологов, эволюционистов, для преподавателей и студентов биологических специальностей.

1984, 35 л. Цена 4 р. 70 к.